Untersuchungen

über die

Circulation in den Nieren.

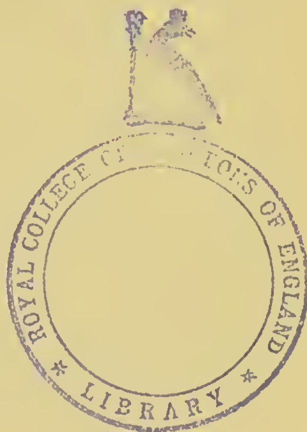
Von

Prof. Jul. Cohnheim

und

Prof. Dr. Charles S. Roy,
Director der Brown Institution in London.

Mit zwei Tafeln.



Berlin.
1883.



Dass die Blutströmung in den verschiedenen Organen des Körpers keineswegs eine überall gleichartige, vielmehr bis zu einem hohen Grade von einander unabhängige und unter Umständen sehr differente ist, das gilt uns gegenwärtig als eine feststehende Thatsache, die noch dadurch bedeutend an Interesse gewonnen hat, dass in etlichen Localitäten ein inniger Zusammenhang zwischen dem Füllungszustand der Blutgefässe und dem jeweiligen Thätigkeitszustand des betreffenden Körpertheils nachgewiesen worden ist. Wirklich bewiesen ist ein derartiger Zusammenhang bislang freilich nur für eine Anzahl Organe, als z. B. Muskeln, Speicheldrüsen, Magenschleimhaut; doch tritt derselbe hier mit solcher Prägnanz in die Erscheinung, dass man kein Bedenken getragen hat, ihn auch für manche andere Organe zu statuiren und unter Anderen für die Nieren gelten zu lassen. Von diesen haben uns die bekannten Versuche des Ludwig'schen Laboratoriums schon vor langer Zeit gelehrt, dass Aenderungen in ihrer Blutfüllung und Blutbewegung von maassgebendem Einfluss auf Menge und Beschaffenheit des Harns sind; jedoch stammen die Experimente grösstentheils aus einer Zeit, wo die Action der kleinen Arterien noch nicht in genügendem Maasse gewürdigt wurde, der Art, dass die Ergebnisse jener später in mehrfacher Hinsicht modificirt werden mussten.

Vollends gaben jene Versuche keinen Aufschluss darüber, wie sich die Circulation in den Nieren unter verschiedenen Umständen wirklich verhält. Wie sehr aber die genaue Kenntniss der Blutbewegung in den Nieren Desiderat ist, das wird jedem klar sein, der erwägt, in welchem Maasse Physiologen wie Pathologen den Füllungszustand der Blutgefässe der Nieren zur Erklärung von Aenderungen in der Harnsecretion verwenden. Wenn trotz hohem arteriellen Blutdruck wenig oder gar kein Harn abgesondert wird, so wird dies auf eine Contraction der kleinen Nierenarterien geschoben, und umgekehrt wird die Polyurie des Diabetes insipidus auf eine abnorme Erweiterung eben dieser Gefässe zurückgeführt; oder man schliesst aus der Analogie, z. B. bei Aufenthalt in einem hochtemperirten Medium, von den Gefässen der Haut auf die der Nieren, und nun erst exquisit pathologischem, B. z. eiweisshaltigem Harn gegenüber bedarf es nur der Erinnerung einerseits an die Discussionen über die amyloide Albuminurie, andererseits an die Runeberg'schen Auseinandersetzungen, um zu zeigen, welches Gewicht Seitens der Pathologen auf das Verhalten der Nierencirculation gelegt wird. Eben diese Discussionen würden vermuthlich weniger lebhaft gewesen sein, wenn sie auf einen grösseren Reichthum positiver Kenntnisse hinsichtlich des Nierenblutstromes sich hätten stützen können. Dass solche noch recht sehr fehlen, darüber kann man sich keiner Täuschung hingeben: es ist bedauerlich, aber auch begreiflich genug. Denn das einzige Verfahren, welches bisher eingeschlagen worden, um sich über den Füllungszustand der Nierengefässe zu unterrichten, besteht darin, dass man beim Kaninchen die Niere zu einer seitlichen Bauchwunde hervorholte und ihre Farbe prüfte. Ueber die Unvollkommenheit dieses Verfahrens braucht kein Wort verloren zu werden. Abgesehen davon, dass durch den Prolapsus und die Blosslegung der Niere möglicher Weise allein schon Aenderungen der Blutströmung in ihr hervorgerufen werden können, so giebt die blosse Besichtigung doch immer nur Aufschluss über die oberflächlichsten Lagen der Niere, überdies können nur Extreme der Blutfüllung mit Sicherheit constatirt werden, während Schwankungen geringeren Grades, die doch gerade von wesentlicher Bedeutung sein mögen, sich jeder zuverlässigen Schätzung nothwendig entziehen. Beim Hund vollends versagt wegen der

bedeutend grösseren Schwierigkeit der Hervorstülpung des Organs, seiner viel erheblicheren Grösse und der ungleich dickeren Kapsel jenes Verfahren ganz und gar, während andererseits die meisten Fragen der Nierenphysiologie und besonders Pathologie sich aus bekannten Gründen fast nur bei diesem Thier in Angriff nehmen lassen.

Diese Lücke in der Methodik hoffen wir in den nachfolgenden Blättern bis zu einem gewissen Grade auszufüllen. Denn indem wir das bisher nur für die äusseren Körpertheile benutzte Princip des Pethysmographen auch auf die Niere anwandten, ist es uns geglückt, eine um Vieles vollständigere und genauere Einsicht in das Verhalten der Nierencirculation zu gewinnen, als es bisher möglich gewesen. Zu dem Ende haben wir dem Apparat die folgende Form gegeben, welche nach mancherlei anderweiten, von uns versuchten Modificationen uns schliesslich als die zweckmässigste erschienen ist.

Der Theil des Apparats, welcher die Niere aufzunehmen bestimmt ist, d. i. das eigentliche Nierenplethysmometer oder, wie der Eine von uns[1]) es benannt hat, Oncometer, ist Fig. 1 und 2 Taf. XII dargestellt, und zwar Fig. 1, offen und leer, und ohne die Membran, mit der das Instrument beim Gebrauch armirt werden muss, Fig. 2 dagegen, in natürlicher Grösse, im transversalen Durchschnitt, wie es bei actueller Anwendung erscheinen würde. Dasselbe hat eine annähernd nierenförmige Gestalt und besteht aus zwei gleichartigen Hälften, die durch ein Charnier mit einander verbunden sind. Jede dieser Hälften ist ihrerseits aus zwei, ganz genau in einander passenden Schalen von Kupferblech zusammengesetzt, einer inneren (B) und einer äusseren (A). In der Mitte der äusseren Schale befindet sich eine kreisrunde Oeffnung, durch welche ein kurzes Messingrohr hindurchtritt, das in die innere Kapsel eingelöthet ist, und auf der Aussenseite dieses Rohrs ist ein Schraubengewinde eingeschnitten, in welchem sich die Schraubenmutter C bewegt, der Art, dass mit ihrer Hülfe die beiden Schalen fest an einander gepresst werden können. Ferner ist der freie Rand der Schalen an der dem Charnier gegenüberliegenden Seite mit je einem halbkreisförmigen Aus-

[1]) Ch. Roy, Journ. of Physiolog. III. p. 205.

schnitt versehen, wodurch, wenn die beiden Hälften aufeinandergeklappt sind, eine dritte kreisförmige Oeffnung entsteht, die dazu bestimmt ist, während des Experiments die Gefässe und Nerven und den Ureter der Niere durchtreten zu lassen; um aber die letzteren von jeder Knickung oder sonstigen Insultation zu bewahren, ist an den äusseren Schalen ein kurzes, vorn abgerundetes Rohr L, als quasi Hals der Oeffnung, angebracht. An der äusseren Seite dieses Halses ist auf einer Seite ein halbkreisförmig gebogener Haken D befestigt, durch den man beide Hälften umgreifen und fest auf einander schliessen kann.

Die so beschaffene Metallkapsel wird nun beim Gebrauch mit derselben Membran armirt, welche der Eine von uns[1]) schon bei verschiedenen anderen Gelegenheiten mit Nutzen verwendet hat. Diese Membran wird aus dem Kalbsperitonäum hergestellt und bildet, wie sie im Handel käuflich ist, eine dünne, fast durchsichtige unelastische, trockne Haut, die indess, wenn sie mit Wasser angefeuchtet wird, einen ausserordentlichen Grad von Zartheit und Schmiegsamkeit erlangt. Behufs ihrer Application werden beide inneren Schalen aus der Kapsel herausgenommen, und jede derselben zunächst aussen mit einem schmalen Kautschuckring umspannt, der parallel dem freien Rande, c. 5mm von demselben entfernt, der äusseren convexen Fläche angelegt wird und bei dem späteren Aneinanderschrauben der beiden Schalen als Dichtung dient. Alsdann wird ein in der Grösse passend gewähltes oder abgeschnittenes Stück der Membran in angefeuchtetem Zustande locker über die Concavität der Schale so ausgebreitet, dass ein etwa centimeterbreiter Saum rings über den freien Rand derselben hinüberschlägt und der äusseren Fläche sich anlegt, und nun werden die inneren Schalen mit den sie bedeckenden Membranen mittelst der erstbeschriebenen Schrauben möglichst fest mit den äusseren Schalen zusammengeschraubt. So entstehen zwei Kammern, deren jede einerseits von den Metallschalen, andererseits von der Membran umschlossen ist, und diese Kammern werden jetzt mit, zuvor erwärmtem Olivenöl gefüllt, für das die Membran absolut undurchlässig ist. Das Oel wird in jeder Hälfte durch das Rohr des Schraubencylinders eingefüllt, und zwar in solcher Menge,

[1]) Ch. S. Roy, Journ. of Physiology I. p. 454, II. p. 325, III. p. 203 u. a. O.

bis alle Luft aus der Kammer verdrängt ist. Durch sanften Druck auf die in der Regel jetzt prall hervorgewölbte Membran presst man alsdann wieder eine Quantität Oel heraus, und zwar so lange, bis man etwa annehmen kann, dass das noch übrige Quantum Oel + der halben Niere des betreffenden Versuchsthieres das Volumen der halben Kapsel ausfüllt. Während nun das Oel noch ausfliesst, wird die Füllungsöffnung in der einen Hälfte mittelst eines Korkstöpsels verschlossen und so eine luftdicht abgeschlossene Oelkammer hergestellt. In die Oeffnung der anderen Hälfte — die mit dem sogleich zu beschreibenden Registrirapparat in Verbindung gebracht werden soll — war schon vorher eine gut eingepasste Doppelcanüle (E) eingesetzt, die mit zwei Kautschukröhren versehen wird. Die Doppelcanüle bietet für einmal den Vortheil, dass man in der Lage ist, auch während die Kapsel mit dem Schraubapparat verbunden ist, neues Oel in die Kapsel einzufüllen, resp. Oel auszulassen; insbesondere aber ermöglicht sie in bequemer und zuverlässiger Weise die luftdichte Füllung des Verbindungsrohrs von der Metallkapsel zum Registrirapparat und des letzteren selber mit Oel. Mit der Füllung wird dabei auf dieser Seite ganz analog, wie auf der anderen verfahren, d. h. durch sanften Druck auf die Membran die beabsichtigte Quantität Oel ausgepresst, und noch während des Ausfliessens die Gummischläuche zugeklemmt. Bei diesem ganzen Vorgehen gilt es übrigens sorgfältig darauf zu achten, dass nicht zu viel Oel ausgelassen, und nur der zwischen den beiden Membranen übrig gelassene Raum nicht vollständig von der Niere ausgefüllt wird. Die so vorbereitete Kapsel wird jetzt bis zu ihrer Application in eine Schüssel mit warmem Wasser gelegt.

Inzwischen ist auch die Niere für den Versuch vorbereitet worden. Die grosse Mehrzahl unserer Experimente haben wir an curaresirten und künstlich respirirten, etliche auch an morphinisirten Hunden angestellt; beim Kaninchen hat es auch keine sonderliche Schwierigkeit, beim Versuch von jeder Narkose abzusehen. Da es indess unter allen Umständen wünschenswerth ist, die Action der Bauchpresse möglichst zu eliminiren, so haben wir schon deshalb der Curaresirung in der Regel den Vorzug gegeben. Der bequemeren Zugänglichkeit wegen haben wir ferner gewöhnlich die linke Niere benutzt; denn im übrigen macht es keinerlei

Unterschied, ob linke oder rechte Niere, auch haben wir einige Male beide Nieren in Kapseln gebracht und gleichzeitig der Beobachtung unterzogen. Das von uns eigeschlagene operative Verfahren, um zur Niere zu gelangen, ist ganz das gewöhnliche und vielfach geübte der Blosslegung des Organs von der Lumbargegend aus. Der Hautschnitt wird entsprechend dem äusseren Rande des M. sacrolumbalis geführt, und zwar möchten wir rathen, ihn für einmal nicht zu kurz zu machen und besonders möglichst hoch, an der letzten Rippe zu beginnen, mitunter, bei hoher Lage und geringer Beweglichkeit der Niere, kann es sich empfehlen, und rechts sogar nothwendig sein, dass die letzte Rippe resecirt wird. Die Mm. obliqui wurden schichtweise an ihrer Insertion an die Fascia lumbodorsalis durchschnitten, die Vs. lumbalia doppelt unterbunden und zwischen den Ligaturen durchschnitten, und nach Durchtrennung des M. transversus bedarf es jetzt, besonders beim curaresirten Thier, nur eines geringen Drucks auf die vordere Bauchwand, um die Niere aus der Wunde prolabiren zu machen. Mittelst zweier Pincetten wird jetzt das lockere Zell- und Fettgewebe, welches die Niere umhüllt, abpräparirt und das Stück des Peritonäum, welches der vorderen Fläche der Hundeniere ziemlich fest aufzusitzen pflegt, sorgfältig umschnitten, dabei alle die Gefässe, welche bekanntlich in wechselnder Zahl die Nierenkapsel durchbohren, abgedreht oder, nachdem sie dicht an der Kapsel ligirt worden, durchschnitten, bis auf diese Weise die Niere mit Ausnahme des Hilus, völlig von ihren natürlichen Verbindungen und Umgebungen isolirt ist. Um das Gefässbündel des Hilus haben wir in der Regel etwas von dem es umhüllenden Fettgewebe zum Schutz sitzen lassen. Dass die Isolation des Organs beim Kaninchen noch viel leichter und rascher sich ausführen lässt, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Die solcher Art isolirte Niere lässt man zunächst für einige Minuten in die Bauchhöhle zurückschlüpfen, und bringt sie alsdann so in das, wie beschrieben, vorbereitete und erwärmte Oncometer, dass das Gefässbündel des Hilus (K der Fig. 2) in den Hals L, die Niere G selbst aber zwischen die beiden Membranen zu liegen kommt. Zu dem Ende wird die mit dem Korkstöpsel verschlossene Hälfte unter die Niere vorgeschoben, welche dann

auf der Membran wie auf einem Polster ruht, und die andere mit der Doppelcanüle versehene Hälfte über sie herübergeklappt. Beide Hälften werden nun mit leisem Druck so lange gegeneinander gedrückt, bis die drückende Hand den Eindruck hat, dass beide Membranen der Niere dicht anliegen. Jetzt wird, während der sachte, aber continuirliche Druck ununterbrochen fortgesetzt wird, die Klammer von einer der Kautschukröhren gelüftet, und auf diesem Wege so viel Oel aus der oberen Hälfte abgelassen, bis die Ränder der beiden Metallschalen einander berühren. Um jeden neuen Lufteintritt zu verhüten, wird der Kautschuk sofort wieder mit der Klammer verlegt, und schliesslich die beiden Hälften des Oncometers mittelst des krummen Hakens D fest an einander geschlossen. Wie Fig. 2 zeigt, ist jetzt die Niere in eine innen nachgiebige, mit Oel gefüllte Metallkapsel eingeschlossen, während der Zu- resp. Abfluss des Blutes durch die Gefässe des Hilus, sowie der Abfluss des Harns durch den Ureter in keiner Weise gehindert sind. Unter diesen Umständen muss offenbar jede Veränderung im Volumen der Niere den Zu- oder Austritt einer genau entsprechenden Menge Oel in, resp. aus der Kapsel nach sich ziehen, und keinen anderen Weg giebt es hierfür, als durch die in die obere Hälfte der Kapsel eingesetzte Canüle E.

Diese Canüle hatten wir in unseren ersten Versuchen [1]) durch einen kurzen Kautschuk mit einer langen Glasröhre in Verbindung gesetzt, an der eine Scala befestigt war, und zwar bedienten wir uns meistens einer Röhre, die 4 ccm Oel fasst, und deren Scala in 400 Abschnitte getheilt war, der Art, dass jeder Theilstrich 0,01 ccm Oel entsprach. Bei der Befestigung dieser Röhre gaben wir sorgfältig Acht, dass dieselbe möglicht wenig vertical, vielmehr nahezu horizontal gehalten war, damit aus den etwaigen Schwankungen in der Höhe der Oelsäule keine nennenswerthen Aenderungen des auf der Oberfläche der Niere lastenden Druckes

[1]) Die dieser Abhandlung zu Grunde liegenden Versuche sind in ihrer grossen Mehrzahl im Sommer 1880 in Leipzig angestellt, und im Sommer des folgenden Jahres mit Benutzung des registrirenden Oncographen zum Theil wiederholt worden. In Kürze hat darauf Roy unsere Ergebnisse auf dem Londoner med. Congress mitgetheilt, eine ausführliche Publication derselben ist seitdem durch äussere Umstände verzögert worden.

resultirten. An der Oelsäule kann man nun sogleich auf das schönste die Nierenpulsationen wahrnehmen, und bei den Nieren kleiner Thiere sogar deutlicher und auffälliger, als mittelst des sogleich zu beschreibenden Registrirapparats. Genügte somit diese einfachste Vorrichtung ganz ausreichend allen Ansprüchen, so haben wir, aus naheliegenden Gründen, später doch die graphische Aufzeichnung mittelst eines Registrirapparates vorgezogen. Dabei bedienten wir uns eines Instrumentes, welches der Eine von uns (R.) schon früher bei plethysmographischen Beobachtungen und seitdem bei Studien über die Circulation der Milz angewendet[1]), und welches er mit dem Namen des „Oncographen" belegt hat; Fig. 3 Taf. XII giebt dasselbe im Durchschnitt (und in halber Grösse) wieder. Der leichte Kautschukstempel D, welcher mit dem Zeichenhebel H durch die in den Führungen F und F′ gehende, gegliederte Stahlnadel G in Verbindung steht, schwimmt auf der Oberfläche einer Oelschicht, die in dem kesselartigen Messinggefäss M enthalten ist, während das Eintauchen des Stempels in das Oel, resp. das Uebertreten des letzteren verhindert ist durch ein Stück von derselben Membran, die im Innern des Oncometers angebracht ist. Diese Membran, E der Fig. 3, ist mittelst der Schraube C fest zwischen die oberen, ringförmig gestalteten Bügel N des Oelkessels und des äusseren Messinghalters A eingeklemmt, und ihre Ausdehnung ist so gewählt, dass sie die Bewegungen des Stempels niemals geniren kann. An dem Kessel M ist das horizontale Ansatzrohr K befestigt, das seinerseits noch einen seitlichen, verschliessbaren Arm L trägt, und dieses Rohr K ist bestimmt, mittelst eines möglichst kurzen, beweglichen, aus Glas und Kautschuk combinirten Rohrs mit dem weiteren Rohr der Doppelcanüle des Oncometers in luftdichte Verbindung gebracht zu werden. Der in die Augen springende Vorzug eines derartigen Registrirapparats besteht darin, dass zwar alle Aenderungen des Nierenvolums, die gröbsten so gut wie die feinsten, auf's Genaueste verzeichnet werden, dagegen die Höhe des auf der Niere lastenden Flüssigkeitsdruckes sich so gut wie nicht ändert.

[1]) Ch. S. Roy, Journal of Physiology III. p. 203. Von dort, Taf. XIV. ist auch die Abbildung entnommen.

Um aber diesen Druck nicht blos constant, sondern auch möglichst gering zu machen, darf natürlich die Höhendifferenz zwischen dem Oncometer und dem Kessel des Schreibapparats nicht zu beträchtlich genommen werden. Das Beste wäre zweifellos, beide während des Versuchs in gleiches Niveau zu bringen, und wo dies wegen der Construction des Kymographion nicht angeht, so soll man das Versuchsthier doch so hoch lagern, dass der Registrirkessel nur wenige Centimeter über der Metallkapsel sich befindet. Sobald auf diese Weise unter sorgfältigem Ausschluss jeder Luftblase die Verbindung zwischen der Metallkapsel und dem Registrirapparat hergestellt ist, so beginnt sofort die Nadel des Schreibapparats auf dem Kymographion — wir benutzten immer ein Hering'sches mit berusstem Papier — die Nierenpulse auf das Schärfste und Präciseste aufzuzeichnen, und wenn dies nicht geschieht, wenn statt dessen die Nadel eine gerade Linie beschreibt, so pflegt irgend ein Versuchsfehler vorzuliegen, dessen Beseitigung der erfolgreichen Beobachtung vorangehen muss. Die wichtigsten dieser Uebelstände dürften die folgenden sein. In erster Linie kann der arterielle Blutdruck zu niedrig sein; denn je niedriger der arterielle Druck ist, desto geringfügiger werden selbstverständlich die durch die Herzsystole erzeugten Volumsveränderungen der Organe ausfallen, und bei sehr hohen Graden der Druckerniedrigung können selbst die an sich ja um vieles beträchtlicheren respiratorischen Schwankungen auf ein Minimum reducirt werden. Ob wirklich der geringe Arteriendruck das Fehlen der Nierenpulse verursacht, lehrt ein Blick auf die Curve der Carotis oder Femoralis, deren continuirliche Beobachtung ohnehin während des Experiments unerlässlich ist. Sofern aber diese Druckerniedrigung nicht blos eine accidentelle, z. B. durch die Curaresirung herbeigeführte und jedenfalls bald vorübergehende ist, so möchten wir rathen, auf derartige Thiere nicht zu viel Zeit und Mühe zu verwenden; allenfalls kann man durch Infusion eines Quantum 6procentiger Kochsalzlösung den Blutdruck in die Höhe bringen, indess lange pflegt diese Steigerung bei derartigen Thieren auch nicht anzuhalten — auch ganz abgesehen davon, dass durch die Kochsalzinfusion eine abnorme Zusammensetzung des Blutes geschaffen wird, die gerade für die Nierencirculation durchaus nicht indiffe-

rent ist. — Sehr viel seltener und eher noch mitten im Verlauf eines Experiments, als im Beginn desselben, geschieht es, dass die Nierenpulse verschwinden wegen einer ungewöhnlich starken Contraction der kleinen Nierenarterien, ein Zustand, der dann gerade mit hohem allgemeinem Blutdruck zu coincidiren pflegt. Solche Contraction ist auf alle Fälle sehr viel weniger bedenklich, schon weil sie nicht wohl längere Zeit andauert; es bedarf dann nur einiger Geduld, um allmählich unter gleichzeitigem Ansteigen der Volumscurve die Pulsationen wieder eintreten und successive stärker werden zu sehen. In viel ausgesprochenerem Maasse darf es als ein Versuchsfehler bezeichnet werden, wenn die Curve durch eine Compression oder Knickung der Nierengefässe gestört wird. Doch begegnet dies sowohl im Anfang des Experiments, wenn das Gefässbündel des Hilus nicht frei und unbehindert im Hals des Oncometers gelagert oder gar zwischen die Ränder der beiden Metallschalen eingeklemmt ist, als auch mitten im Versuch, wenn in Folge heftiger Bewegungen des Thiers die Kapsel nach vorn oder hinten umgefallen oder die Därme gegen den Kapselhals angepresst worden sind. Gegen den ersteren Uebelstand schützt man sich am besten durch möglichst grosse Sorgfalt und Vorsicht bei der Einführung der Niere in die Kapsel, und der zweite wird am sichersten vermieden einerseits durch Befestigung des Oncometers — es genügen dazu meistens ein paar kreuzweise über die Kapsel geführte, in den Wundrändern der Haut eingenähte Fäden —, andererseits durch die tiefe Narcose und besser noch die Curaresirung des Thieres. Doch muss auch der Grösse der Niere Rechnung getragen werden. Denn wenn dieselbe relativ gross ist, so kann es auch wenn das Thier, sowie das Oncometer ganz ruhig liegen und wenn der Blutdruck ganz regelrecht sich verhält, trotzdem passiren, dass die bis dahin vortreffliche Nierencurve mit einem Male unterbrochen wird. Die Ursache hiervon liegt dann darin, dass die Niere in Folge einer im Laufe des Experiments eingetretenen Zunahme ihres Volumen sich vor die innere Oeffnung der Doppelcanüle gelegt und diese dadurch abgeschlossen hat. Mit Rücksicht auf solche Erfahrungen, und weil es auf der anderen Seite sich nicht empfiehlt, bei Kaninchen oder Katzen, resp. bei kleinen Hunden eine so unverhältniss-

mässig grosse Metallkapsel zu verwenden, wird man gut thun, mehrere Grössen von Oncometern vorräthig zu halten, zum Mindesten ein kleines und ein Exemplar von der in unseren Abbildungen wiedergegebenen Grösse, welche für Hunde von mässiger und mittlerer Grösse und bis zu einem Gewicht von c. 8 kg gerade passend zu sein pflegt; will man an sehr grossen Hunden experimentiren, so bedarf es dazu noch einer voluminöseren Kapsel und dann natürlich auch eines grösseren Oelkessels am Registrirapparat.

Schliesslich mag noch mit kurzen Worten darauf hingewiesen werden, dass, wenn im Verlaufe des Experiments ein langsames, aber continuirliches Sinken der oncographischen Curve sich einstellt, welches nicht durch eine entsprechende Aenderung des Blutdrucks oder And. sich erklären lässt, die Möglichkeit oder selbst Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass eine der Kapselmembranen nicht vollkommen dicht ist, sondern Oel austreten lässt, das man denn auch zwischen den Rändern der beiden Kapselhälften hervorsickern sieht. Umgekehrt aber, falls ein ebenso unmotivirtes langsames und continuirliches Ansteigen der Curve bemerkt wird, wolle man darauf achten, ob nicht zwischen den Schalen etwas Blut hervorquillt, weil diese anscheinende Volumszunahme durch eine Blutung aus den durchrissenen Gefässen der Nierenkapsel bedingt sein kann.

Alles in Allem erheischt die Anstellung dieser Nierenversuche eine Reihe von Cautelen, denen nur durch eine besondere Sorgfalt genügt werden kann; doch wolle man die Schwierigkeit derselben auch nicht überschätzen. Insbesondere bedarf es keineswegs bei jedem neuen Experiment einer neuen Herrichtung der erforderlichen Apparate. Der Registrirapparat bleibt, wenn er einmal arrangirt und aufgestellt ist, für beliebige Zeit für die ferneren Versuche unverändert stehen, und auch die Metallkapsel kann ohne Erneuerung der Membranen in einer grossen Zahl von Versuchen benutzt werden. Sie muss nur nach jedem Experiment sorgfältig in fliessendem Wasser gereinigt, und hernach die Membranen mit ein wenig Glycerin betropft werden; sie hält sich dann sehr lange Zeit vollkommen geschmeidig und durchaus brauchbar.

1. Verhalten der normalen Nierencirculation.

Ist nun Alles in der beschriebenen Weise vorbereitet, so wird man immerhin gut thun, mit dem Beginn der regelmässigen und continuirlichen Beobachtung noch einige Minuten zu warten. In der Regel nehmlich beschreibt zuerst die Volumscurve der Niere eine in rascherem oder langsamerem Tempo aufsteigende Linie, zweifellos weil während des Hervorstülpens und der weiteren Präparation die Gefässe des Organs sich mehr oder weniger stark contrahirt hatten. Doch kann es auch gelegentlich geschehen, dass das Erste, was man wahrnimmt, eine rapide Bewegung der Nadel nach abwärts ist. Falls nehmlich bei der Entfernung der Klammerpincette von der Carotis ein wenig Sodalösung in die Arterie einfliesst, so antwortet die Niere darauf jedesmal mit einer mächtigen Contraction, selbst wenn die Blutdruckcurve davon sehr wenig oder selbst garnicht tangirt wird. Von den so auffälligen und bemerkenswerthen Erscheinungen, mit denen das Nierengefässsystem auf Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung des Blutes reagirt, wird eingehender erst in einem folgenden Artikel berichtet werden; der einen hierhergehörigen Reaction, nehmlich Contraction der Nierengefässe auf Zusatz eines geringen Quantum kohlensauren Natron zum Blut, geschieht jetzt nur mit Rücksicht auf den dadurch möglicher Weise herbeigeführten Beobachtungsfehler Erwähnung. Wenige Minuten pflegen übrigens auszureichen, bis die Sodacontraction der Niere dem ursprünglichen Volumen wieder Platz gemacht hat, und in eben dieser Zeit ist auch immer das etwaige anfängliche Steigen der Volumencurven beendigt. Hat man nun diesen Zeitpunkt abgewartet, so geht von jetzt ab die Curve des Nierenvolumen in ganz gleichmässiger Weise parallel der Blutdruckcurve, und zeigt genau, wie diese, die grösseren Respirations- und die kleineren der aufgesetzten systolischen Elevationen. Die absolute Grösse dieser Elevationen hängt selbstredend von der Stellung und Länge des Schreibhebels ab; bei gleichem Hebel aber sind die Elevationen um so bedeutender, je höher dieselben an der Blutdruckcurve sich markiren. Bei gut curaresirten Thieren bleibt nun, besonders wenn auch der Blutdruck keine Aenderungen erleidet,

die Nierencurve oftmals geraume Zeit hindurch, 30, 40 Minuten und noch mehr, völlig gleichmässig sowohl hinsichtlich der mittleren Höhe, als auch der pulsatorischen und respiratorischen Erhebungen. Aber nicht immer ist dem so. In erster Linie bleiben etwaige Aenderungen des Blutdrucks nicht wohl ohne Einfluss auf die Nierencurve. Wenn der arterielle Druck sinkt, so pflegt Hand in Hand damit auch die Curve des Oncographen herabzugehen, und bei steigendem Blutdruck vergrössert sich öfters auch das Nierenvolumen. Noch häufiger aber entspricht dem Steigen des Arteriendrucks eine Abnahme des Nierenvolumen. Zumal bei nicht narkotisirten Kaninchen bedurfte es nur eines lauten Geräusches im Zimmer, eines zufälligen Anstosses an den Operationstisch, und vollends einer brüsken Bewegung des Thieres, um sofort die Blutdruckcurve ansteigen und die Volumencurve absinken zu lassen. Am evidentesten trat dies Abhängigkeitsverhältniss hervor, wenn die Blutdruckcurve durch sog. Traube'sche Wellen complicirt war; denn diese stellten sich alsbald auch auf der Curve des Oncographen ein, aber — im entgegengesetzten Sinne: der stärksten Erhebung des Blutdrucks entsprach die grösste Verkleinerung der Niere und umgekehrt. Handelt es sich demnach in diesen Fällen nur scheinbar um primäre und spontane Aenderungen des Nierenvolumen, so fehlen doch auch solche nicht, bei denen von einem Zusammenhang mit Zuständen des Gesammtkreislaufs nichts zu erkennen ist. Ohne jede gleichzeitige Aenderung in der Nähe des arteriellen Mitteldrucks haben wir zu wiederholtem Male bei Hunden wie bei Kaninchen und Katzen, mit und auch ohne Narkose, Aenderungen des Nierenvolumen beobachtet; und zwar haben wir ebensowohl gesehen, wie die Niere sich langsam und allmählich vergrösserte, als auch ihre successive Verkleinerung, und nicht selten folgte der einen Phase nach einiger Zeit die andere. Diese wirklich spontanen, wenigstens durch keinerlei deutlich wahrnehmbaren Einflüsse verursachten Volumschwankungen gab es selbstverständlich an beiden Nieren; doch waren sie, wenn auch im Allgemeinen auf beiden Seiten gleichförmig, so doch keineswegs durchaus synchron und besonders nicht von gleicher Intensität. Irgend eine Gesetzmässigkeit in diesen spontanen Schwankungen vermochten wir nicht festzustellen. Schliesslich wollen wir nicht unterlassen mitzutheilen, dass wir uns mehrere

Male davon überzeugt haben, wiedie in dem Oncometer befindliche Niere ganz regelrecht Harn secernirte; auch haben wir keinen Unterschied weder in der Menge, noch in der Zusammensetzung des Harns von beiden Seiten constatirt, wenn die linke Niere im Apparat, die rechte dagegen in ihrer natürlichen Situation sich befand.

2. Einfluss der Erstickung, der Reizung sensibler Nerven und der Strychninvergiftung auf die Nierencirculation.

Wenn bei einem curaresirten Thier die künstliche Respiration unterbrochen wird, so tritt alsbald conform mit der Steigerung des Blutdrucks eine starke und rasche Verkleinerung des Nierenvolumen ein, die erst nachlässt, nachdem die Respirationen wieder aufgenommen sind, und dann in Kurzem zur ursprünglichen Ausdehnung wieder zurückkehrt. (Vgl. Fig. 1, Taf. XIII.) Wie schnell nach der Sistirung der künstlichen Athmung die Nierencontraction eintritt, das hängt hauptsächlich von dem Grad der vorherigen Lüftung des Hundes ab. War das Thier ganz oder nahezu apnoisch und das Blut sehr vollständig mit Sauerstoff gesättigt, so vergeht einige Zeit, ehe die Nierengefässe sich contrahiren, während bei ungenügender Sauerstoffsättigung und etwas dunklerer Färbung des Arterienblutes die Reaction Seitens der Nierengefässe sehr rasch nach dem Aussetzen der Einblasungen erfolgt. Was ferner das gegenseitige zeitliche Verhalten der Nierencontraction und der Blutdrucksteigerung anlangt, so haben wir einige Male die Nierenverkleinerung vorangehen sehen, andere Male begannen beide genau zu gleicher Zeit und wieder andere Male war die Erhebung der Blutdruckcurve das Erste, worauf die Senkung der Oncographencurve erst folgte. Der Grad der Verkleinerung der Niere ist selbstverständlich in verschiedenen Fällen ein sehr ungleicher; denn er richtet sich nicht blos nach der Dauer der Asphyxie, sondern auch nach der Erregbarkeit des Nervensystems des betreffenden Thieres. Dass man indess gut thun wird, sich die Contraction nicht zu geringfügig vorzustellen, mögen einige Beispiele aus unseren Versuchen lehren[1]). In einem Fall verklei-

[1]) Absolute Grössenwerthe kann man natürlich mittelst unseres Apparates nicht ermitteln, wohl aber relative, indem man am Schluss

nerte sich die Niere während einer Athempause von 75 Secunden um 10 pCt., in einem anderen während einer Athempause von 45 Sec. um 13 pCt.; in einem dritten Versuche, bei welchem beide Nieren im Oncometer beobachtet wurden, contrahirte sich jede von ihnen binnen 30 Secunden um 7 pCt.

Für diese Erstickungscontraction ist es von keinem Belang, wenn der gleichseitige Splanchnicus und selbst wenn beide Splanchnici durchschnitten sind. Einzelne Male schien es uns freilich, als ob die Verkleinerung der Niere bei der Erstickung nach der Splanchnicussection etwas langsamer und etwas schwächer ausfiele, als vorher bei erhaltenen Splanchnici; indess handelt es sich dabei doch nur um geringfügige und wenig prägnante Unterschiede, und von irgend welcher Constanz war vollends keine Rede. Eine wirkliche und auffällige Differenz resultirt erst von der vollständigen Enervirung der Niere, wie sie durch die Durchtrennung sämmtlicher in den Hilus der Drüse eintretenden Nerven bewerkstelligt wird. Denn jetzt erfolgt nach der Unterbrechung der künstlichen Respiration statt der Verkleinerung der Niere eine Vergrösserung, und zwar Hand in Hand mit der Steigerung des arteriellen Drucks, von der eben die Erweiterung der enervirten Nierengefässe direct abhängt. Damit ist denn auch zugleich die Antwort auf die Frage gegeben, ob die asphyctische Contraction der Nierengefässe rein vasomotorischer Natur ist, oder ob dabei auch ein directer Einfluss des Erstickungsblutes auf die Nierengefässwandungen im Spiel ist. Das Verhalten der nervenlosen Niere gestattet, die letztere Annahme mit absoluter Sicherheit auszuschliessen. Die Verkleinerung, mit welcher die unversehrte Niere auf die Erstickung reagirt, ist allerdings die Resultante von zweierlei Factoren, aber von zwei entgegengesetzt wirkenden. Für einmal nehmlich der

des Versuchs das Gewicht der betreffenden Niere bestimmt und hierzu die Volumsänderungen des Oels in Beziehung bringt. Letztere konnte man bei unserem ursprünglichen Verfahren direct an der calibrirten Glasröhre, in der die Oelsäule sich bewegte, ablesen; doch hat das auch bei der Anwendung des Oncographen keinerlei Schwierigkeit. Denn man braucht ja nur durch Füllung, resp. Entleerung des Oelkessels zu bestimmen, um wieviel der Schreibhebel steigt oder sinkt, wenn die Oelmenge um 1 ccm wächst, resp. abnimmt.

elastischen Ausdehnung durch den erhöhten Blutdruck, für's Zweite der vasomotorischen Erregung, und weil von diesen beiden Factoren der letztere der weitaus stärkere ist, so schliesst sich bei der unversehrten Niere an die Erstickung ausnahmslos eine mehr oder weniger erhebliche Verkleinerung. Da aber einerseits bei sehr vielen anderen Organen die Verhältnisse ganz analog, wie bei den Nieren, liegen, andererseits die Erregbarkeit der Vasomotoren zu verschiedenen Zeiten und in den verschiedenen Organen mannichfachen Schwankungen unterliegt, so macht es dem Verständniss keinerlei Schwierigkeit, dass, wie oben erwähnt, die Contraction der Nierengefässe der Blutdrucksteigerung bald folgt, bald vorangeht oder auch zeitlich mit derselben zusammentrifft.

Sehr übereinstimmend mit der Asphyxie gestaltet sich, wie nicht anders zu erwarten, die Wirkung, welche die Reizung sensibler Nerven auf die Nierencirculation ausübt. Gleichgültig ob ein mechanischer oder elektrischer Reiz den centralen Stumpf des durchschnittenen Ischiadicus trifft, so giebt es, während der arterielle Druck ansteigt, eine mächtige und rasche Verkleinerung des Nierenvolumen, sodass der Kymograph und der Oncograph gerade entgegengesetzte Curven beschreiben (vgl. Fig. 2, Taf. XIII.). In der Regel pflegt diese Reaction noch energischer auszufallen, als die der Erstickung; denn auch wenn nur Ströme von geringer Intensität an den Ischiadicus applicirt werden, so genügen diese trotzdem, um eine stärkere Verkleinerung der Niere herbeizuführen, als eine complette Asphyxie von einer Minute Dauer und darüber. So haben wir einmal um 11 pCt., ein ander Mal sogar um 12½ pCt. das Nierenvolumen in Folge von elektrischer Reizung des Ischiadicus sich verringern sehen, während der Blutdruck von 85 mm Hg auf 140, resp. von 135 auf 188 stieg. Ganz besonders auffällig war mehrere Male auch die lange Dauer der Contraction, die ungleich der Asphyxie noch erhebliche Zeit über die Reizung und selbst über die Blutdrucksteigerung hinaus anhielt. Von diesen quantitativen Abweichungen aber abgesehen, so gleicht der Effect der sensiblen Nervenreizung in allem Wesentlichen dem der Asphyxie, und so ist es denn auch nur eine einfache Consequenz davon, dass die Durchschneidung des einen oder der beiden Splanchnici die

reflectorische Nierencontraction nicht hindert, und erst nach der vollständigen Durchtrennung sämmtlicher Hilusnerven die Ischiadicusreizung eine Vergrösserung der Niere, statt der bisherigen Verkleinerung, zur Folge hat.

Ein durchaus analoges Verhalten zeigt endlich die Niere bei Strychninvergiftung. Denn auch hier giebt es Hand in Hand mit der Blutdrucksteigerung ein starkes und rapides Absinken der Nierencurve, so lange das Organ noch durch Nervenbahnen mit dem Centralorgan in unversehrter Verbindung steht; und auch hier erfolgt, wie wir gegenüber anderslautender Angaben ausdrücklich hervorheben können, nach der vollständigen Trennung aller Hilusnerven auf die intravenöse Injection der Strychninlösung ein, überdies nicht unerhebliches Ansteigen der oncographischen Curve.

3. Bedeutung des N. splanchnicus für den Nierenblutstrom.

Nach den Angaben von Bezold und Bensen, E. Cyon und zahlreichen anderen Autoren hatten wir mit einiger Zuversicht erwartet, dass auf die Durchschneidung des Splanchnicus sofort eine Erweiterung der Nierengefässe und damit eine Vergrösserung des Nierenvolumen folgen werde. Indess können wir nicht behaupten, dass diese unsere Erwartung in unseren einschlägigen Beobachtungen eine Bestätigung gefunden. Zwar dass in den meisten Fällen unmittelbar auf die Section des Splanchnicus ein kurzdauerndes und unerhebliches Sinken der oncographischen Curve zusammen mit einer geringen Blutdrucksteigerung eintrat, konnte uns um desswillen nicht beirren, weil es sich dabei offenbar um ein durch den Schnitt bewirktes Reizphänomen handelte. Aber wenn die im Splanchnicus zur Niere laufenden Gefässnerven wirklich tonisch innervirt sind, so musste die kurze Senkung der Curve jedesmal sehr bald von einer Erhebung derselben abgelöst werden, die mehr oder weniger bedeutend über die ursprüngliche Höhe hinausging. Das aber haben wir keineswegs immer beobachtet. Einige Male gab es allerdings eine Vergrösserung der Niere, jedoch immer nur von mässigem Grade und niemals z. B. über 3 pCt., und selbst in diesen Fällen musste man doch daran denken, dass möglicher Weise bei der vorher-

gegangenen Präparation der Niere und des Splanchnicus etliche sensible Nerven berührt und dadurch eine reflectorische Contraction konnte ausgelöst sein, die erst allmählich wich. Unter allen Umständen musste es von grösserem Gewicht sein, wenn nach der Section der Splanchnici eine Volumszunahme der Nieren völlig ausblieb, und auch das haben wir einige Male gesehen. Kurzum, wir sind nicht gemeint, die Existenz einer tonischen Innervation der Nierengefässe durch den Splanchnicus zu bestreiten, aber wir können dieselbe nach unseren Versuchen auch nicht für bewiesen halten; es bedarf vielmehr noch zahlreicherer Experimente, um diese interessante Frage definitiv zu entscheiden.

Reizung des centralen Stumpfes des in der Höhe des Zwerchfells durchschnittenen Splanchnicus bewirkt eine prompte und starke Contraction der Nierengefässe auf beiden Seiten, d. h. der Effect ist genau derselbe, wie bei Reizung des Ischiadicus oder irgend eines anderen sensiblen Nerven. Aber auch wenn der peripherische Stumpf des Splanchnicus, sei es mechanisch oder elektrisch, gereizt wird, so ist die Wirkung eine im Wesentlichen übereinstimmende. Wenigstens auf der gleichnamigen Seite giebt es eine gewaltige Verkleinerung der Niere, während der arterielle Druck bedeutend in die Höhe geht; nach Unterbrechung der Reizung kehren beide Werthe wieder zur Norm zurück (vgl. Fig. 3 Taf. XIII.). Was aber dort die reflectorische Erregung macht, leistet hier die directe. Eben deshalb vermuthlich pflegt gerade hier die Verkleinerung der Niere so bedeutend auszufallen und viel stärker in der Regel, als bei der Erstickung oder der Ischiadicusreizung. Obwohl wir immer nur mässige Stromstärken bei den Reizversuchen angewandt haben, erhielten wir einmal bei einer Blutdrucksteigerung von 100 mm Hg auf 190 eine Verkleinerung der Niere um 15 pCt., ein ander Mal neben Steigerung des Mitteldruckes von 150 auf 200 mm Hg sogar eine Nierencontraction um 18 pCt., ein drittes Mal, als wegen vorhergegangener Ligatur der A. coeliaca und A. mesaraica der Mitteldruck nur von 170 auf 190 mm Hg stieg, verkleinerte sich die gleichnamige Niere in Folge der peripherischen Splanchnicusreizung um 14,5 pCt.

Nicht so constant und gleichmässig fällt die Reaction der

ungleichnamigen Niere auf die peripherische Splanchnicusreizung aus. Zuweilen giebt es auch auf dieser Seite eine sofortige Verkleinerung des Organs, wenn auch immer von erheblich geringerem Grade als auf der anderen Seite; so z. B. um 4,5 pCt. bei einer Blutdruckerhöhung von 100 mm Hg auf 155. Andere Male constatirten wir im Gegentheil eine directe, mit der Blutdrucksteigerung Hand in Hand gehende Vergrösserung der Niere, die erst nachliess, als der arterielle Druck wieder herunterging. Am häufigsten aber gab es in unseren Versuchen eine anfängliche, der Blutdrucksteigerung parallel gehende, successive Vergrösserung der Niere, die dann ziemlich plötzlich, während der Mitteldruck noch hoch war, von einer rapiden Verkleinerung bis erheblich unter den früheren Werth abgelöst wurde. Wir gestehen gern, dass diese sonderbare Erscheinung uns nicht geringe Schwierigkeit bereitet hat. Auf der einen Seite war sie zu häufig, als dass man an eine Unregelmässigkeit oder Curiosität hätte denken dürfen, anderntheils gestattete die augenfällige Abhängigkeit der primären Erweiterung von der Blutdruckerhöhung keinesfalls die Annahme vasodilatatorischer Nerven. Eine Zeit lang meinten wir in dem Vorgang eine directe Reaction der Gefässwandungen gegen den abnorm hohen Blutdruck erkennen zu sollen; indess überzeugten wir uns bald, dass es durchaus nicht immer die stärksten Blutdrucksteigerungen waren, bei denen die secundäre Contraction der Nierengefässe eintrat. Erst als wir ganz analoge Beobachtungen bei den alsbald zu besprechenden Durchtrennungen der Hilusnerven gemacht hatten, glauben wir die richtige Lösung gefunden zu haben. Es handelt sich offenbar darum, dass die Reaction der Gefässmuskeln auf die Erregung ihrer Vasomotoren keineswegs immer mit gleicher Geschwindigkeit geschieht. Insbesondere scheint es von erheblichem Einfluss zu sein, ob die Zahl der in ein Gefässgebiet eintretenden Nervenbahnen grösser oder geringer ist: der Grad und die schliessliche Stärke der Verengerung wird dadurch kaum beeinflusst, wohl aber die Schnelligkeit, mit der dieselbe auf die Nervenerregung erfolgt. Hiernach ist es nichts Anderes, als die Ungleichheit, mit der die Gefässnerven der Nieren über beide Splanchnici vertheilt sind, wodurch die geschilderte Verschiedenheit der Reactionen bedingt wird. Beim Hund, Kaninchen und

Katze geht die entschiedene Mehrzahl aller Vasomotoren zu der Niere durch den gleichnamigen Splanchnicus: daher ausnahmslos starke Verkleinerung des Organs auf Reizung des gleichnamigen peripherischen Splanchnicusstumpfes. In die entgegengesetzte Niere aber treten durch den Splanchnicus bald, wie es scheint, gar keine, bald ziemlich viel, bald nur wenige Gefässnerven; und je nachdem, giebt es auf die Reizung des peripherischen Stumpfes entweder nur Vergrösserung oder nur Verkleinerung oder endlich erst Vergrösserung und hernach Verkleinerung.

Dass nach der Splanchnicussection die reflectorische Verkleinerung der Niere nicht aufhört, ja bei etlichen Exemplaren nicht einmal geringer wird, haben wir oben nachdrücklich betont. Das geschieht nicht einmal nach doppelseitiger Splanchnicusdurchschneidung zum sicheren Zeichen dafür, dass auch ausserhalb der Splanchnici noch vasomotorische Bahnen vom Rückenmark zur Niere existiren. Vermuthlich sind es Lumbarnerven, in denen sie verlaufen; doch haben wir diese Aufgabe nicht näher verfolgt.

4. Die Nerven des Nierenhilus.

Obschon Jeder, der den Versuch gemacht, die in den Hilus der Niere tretenden Nerven sämmtlich zu durchtrennen, das Missliche dieses Unternehmens betont hat, so sind wir doch einigermaassen erstaunt gewesen, wie schwer es ist, eine Niere vollständig zu enerviren. Eine Anzahl feinerer oder gröberer, im Hilusfett zwischen den Gefässen gelegenen Nerven frei zu präpariren und zu durchreissen, gelingt freilich ohne alle Mühe; aber, wenn dies geschehen, giebt es auf centrale Ischiadicus- oder peripherische Splanchnicusreizung immer noch die prompteste und ansehnlichste Contraction der Nierengefässe. Und als wir nicht blos alle erkennbaren Nerven durchtrennt, sondern hinterher noch in die A. renalis durch eine seitliche Oeffnung ein Neusilberröhrchen eingeführt, auf diesem die Arterie in der Nähe der beiden Enden mit feinen, aber festen Fäden aufgebunden und zwischen diesen Fäden das Gefäss rings durchschnitten hatten, so ergab die reflectorische oder directe Reizung auch jetzt eine Verkleinerung der Niere, weil, wie wir uns mittelst Loupenuntersuchung post mortem vergewisserten, auch in der Wand der V. renalis

ein ansehnlicher Nervenplexus sich befindet. Es musste nicht blos alles Hilusgewebe mit Ausnahme von Arterie und Vene durchschnitten, sondern auch das Adventitialgewebe der Gefässe völlig abpräparirt und durchtrennt werden, wenn wirklich die Enervirung eine vollständige sein sollte; aber einige Male ist es uns auf solche Weise wirklich geglückt, der Art, dass wir durch keine directe oder reflectorische Nervenreizung eine Verkleinerung der Niere mehr zu erzielen im Stande waren. Aber nur in sehr wenigen Fällen ist, wie wir ausdrücklich bemerken, unter unseren zahlreichen Versuchen die totale Enervirung uns gelungen, und nachdem wir uns mit dieser heiklen Aufgabe selber abgemüht, können wir einige Zweifel nicht unterdrücken, ob wirklich alle die Nieren nervenlos gewesen sind, welche die betreffenden Autoren dafür gehalten[1]), und noch weniger merkwürdig erscheint es uns, dass manche Experimentatoren Eiweiss oder gar Blut im Harn nach einer Operation haben auftreten sehen, welche ohne Zerrung und Quetschung, kurz ohne arge Misshandlung der Blutgefässe garnicht ausführbar ist.

Sollen wir nun angeben, was wir an den enervirten Nieren beobachtet haben, so ist dem Gesagten nur wenig hinzuzufügen. Denn dass die nervenlose Niere weder auf directe, noch reflectorische Nervenreize sich verkleinert, ist im Vorstehenden mehrfach hervorgehoben. Vielmehr erfährt sie eine der Blutdrucksteigerung parallel gehende Volumsvergrösserung, die erst nachlässt, wenn der Blutdruck wieder heruntergeht, und mit diesem zum ursprünglichen Werth zurückkehrt. Ueberhaupt geht die onkographische Curve der entnervten Niere durchaus gleichsinnig und nahezu parallel mit der des Blutdrucks, so z. B., dass etwa auftretende Traube'sche Wellen auch an der Nierencurve auf's Deutlichste hervortreten und zwar nicht, wie an der unversehrten Niere, im entgegengesetzten, sondern im übereinstimmenden Sinne mit den Schwankungen des arteriellen Mitteldruckes. Wie bedeutend übrigens die Elasticität der Nierengefässe ist, kann man gerade an der enervirten Niere am besten sehen; wir haben die Niere um mehr als 10 pCt. sich vergrössern sehen, wenn auch freilich gewöhnlich bei Asphyxie oder sensibler Nervenreizung

[1]) Cf. z. B. Grützner, Pflüger's Arch. XI. S. 383 f.

eine so beträchtliche Gefässerweiterung nicht erreicht wurde. Auch hinsichtlich der Existenz einer tonischen Gefässinnervation in den Nieren haben uns unsere Enervirungsversuche keine zuverlässigen Aufschlüsse gegeben, als die oben erwähnte Splanchnicussection. Waren beide Nieren in Kapseln, so konnte freilich mit Sicherheit constatirt werden, dass diejenige, deren Nerven durchschnitten waren, allmählich an Volumen zunahm und nicht unerheblich grösser wurde, als die unversehrte. Aber hierin konnte man doch schwerlich etwas Anderes sehen, als den allmählichen Nachlass der vielfachen Gefässcontractionen, welche von der Präparation der Hilusnerven ja ganz unzertrennlich sind. Uns wenigstens scheint jener Umstand der allmählichen Volumszunahme allein kein ausreichender Grund, um daraus eine tonische Innervation der Nierengefässe unter normalen Verhältnissen zu erschliessen.

Interessanter möchten bei dieser Sachlage die Ergebnisse unserer Reizversuche an den Hilusnerven sein. Doch wollen wir sogleich betonen, dass wir auf kein einziges Factum gestossen sind, welches uns nöthigte andere, als gefässverengernde und sensible Nerven anzunehmen, und insbesondere niemals irgend einer vasodilatatorischen Reaction begegnet sind. Wir haben auf diesen Punkt mit um so grösserer Sorgfalt und Ausdauer geachtet, als wir schon im Beginn unserer Untersuchungen mit dem exquisit erweiternden Einfluss bekannt wurden, den etliche Agentien, schon wenn sie in ganz geringer Quantität in's Blut gespritzt werden, auf die Nierengefässe ausüben. Aber an welchen der grösseren Nervenstämme, Vagus, Splanchnicus, auch Phrenicus etc., wir uns auch gewandt haben, niemals haben wir so wenig durch centripetale als centrifugale Reizung auch nur die geringste Erweiterung der Nierengefässe zu Wege gebracht. Und nicht anders war es bei Reizung der einzelnen Hilusnerven. Wir verfuhren dabei immer so, dass wir einen der Hilusnerven frei präparirten, ihn doppelt ligirten und zwischen den zwei Ligaturen durchschnitten, und dann sowohl den peripherischen als auch den centralen Stumpf elektrisch reizten. So viel solche Nerven wir aber auch isoliren und erregen mochten — in einem Falle haben wir nicht weniger als ihrer acht präparirt und hinter einander gereizt, — immer gab es auf die Reizung des peri-

pherischen Stumpfes Verkleinerung der Niere, und in der Regel auch auf die des centralen Endes gleichfalls Volumsverkleinerung des Organs; einzelne Male blieb auf centrale Reizung jede wahrnehmbare Reaction aus, eine Volumsvergrösserung trat niemals ein. Der Grad der Verkleinerung in Folge der peripherischen Reizung war bei gleicher Stärke und Dauer der Reizung ein ungleicher; doch haben wir mittelst unseren Apparats nicht entscheiden können, ob die einzelnen Hilusnerven gesonderten und ungleich grossen Gefässbezirken vorstehen, oder ob diese Verschiedenheit auf anderen Ursachen beruht.

5. Vergleichung beider Nieren.

Dass beide Nieren nicht immer genau gleichmässig und übereinstimmend arbeiten, ist eine seit lange bekannte Thatsache, die durch Nichts besser illustrirt werden kann, als durch die Fähigkeit einer Niere, bis zu einem gewissen Grade ausser der eigenen auch die Aufgabe der anderen Drüse mit zu übernehmen. Mussten wir hiernach von vorn herein auf mancherlei Verschiedenheiten in der Circulation beider Nieren gefasst sein, so haben die oncometrischen Beobachtungen, die wir mehrmals gleichzeitig an beiden Nieren eines Thieres angestellt, diese unsere Erwartungen vollauf bestätigt. Einzelne Male haben wir allerdings geraume Zeit hindurch eine nahezu vollständige Uebereinstimmung im Verhalten der beiden Nieren, sowohl beim Hund, wie beim Kaninchen, beobachtet; entschieden häufiger aber war es, dass die etwaigen Volumsschwankungen auf beiden Seiten zwar im gleichen Sinne, aber durchaus nicht quantitativ gleich ausfielen, und zwar nicht blos die willkürlich, durch Erstickung, intravenöse Einspritzung von Kochsalzlösung etc., herbeigeführten, sondern auch die anscheinend spontanen, die wir wiederholt auf einer Seite später einsetzen und einen höheren oder niederen Grad haben erreichen sehen, als auf der anderen.

Folgt aus dieser einfachen Beobachtung schon, dass beide Nieren auch hinsichtlich ihrer Circulation relativ unabhängig von einander sind, so giebt uns über den Grad dieser Unabhängigkeit einen geradezu überraschenden Aufschluss erst ein expresser Versuch. Wird nehmlich die A. renalis einer Seite vollständig durch eine Klammer verschlossen, so hat das nicht

den geringsten Einfluss auf den Blutstrom der anderen Niere. Und zwar weder sofort nach dem Verschluss, noch bei längerer Dauer desselben. Wir haben es für nöthig gehalten, diese bemerkenswerthe Thatsache bei einer ziemlichen Anzahl von Versuchsthieren festzustellen, und mochte die Klammer nun wenige Minuten oder 15 oder selbst 50 gelegen haben, so liess sich niemals auf den oncographischen Curven der anderen Niere weder der Zeitpunkt des Verschlusses, noch der Lüftung an der kleinsten Aenderung nach oben oder nach unten, überhaupt an dem kleinsten Zeichen erkennen. Mithin kann es nicht irgend ein Reflexmechanismus seitens der Gefässe sein, der es vermittelt, dass unter Umständen eine Niere auch die Function der zweiten verrichtet, und dass nach dem Ausfall einer Niere die zweite an Grösse und Gewicht zunimmt, hypertrophirt. Die wirkliche Erklärung hiefür liegt vielmehr, wie dies der Eine[1]) von uns schon an einem anderen Orte angedeutet hat, in den Einflüssen, welche die Zusammensetzung des Blutes und insbesondere der Gehalt desselben an gewissen Stoffen auf die Nierencirculation ausübt: Einflüsse, deren eingehende Darlegung einem folgenden Artikel vorbehalten ist. Wenn aber des Ferneren die Ligatur einer A. renalis keine Erhöhung des Aortendrucks mit sich bringt, so wird dies nicht, wie man wohl gemeint hat, dadurch verhütet, dass eine dieser Widerstandserhöhung adäquate Widerstandsabnahme in der anderen Renalbahn eintritt; sondern die Ausgleichung muss anderswo gesucht werden. Uebrigens mag an dieser Stelle noch hinzugefügt werden, dass auch der Verschluss anderer grosser Aortenäste ohne jeden Einfluss auf den Nierenblutstrom bleibt. Wir haben einmal bei einem grossen Hund alle vier Extremitäten gleichzeitig durch Kautschukschläuche abgesperrt, ohne dass weder während des Anlegens dieser Ligaturen, noch bei ihrer Lösung das Nierenvolumen die geringste Veränderung gezeigt hat.

Schliesslich mag mit Rücksicht auf den innigen Zusammenhang zwischen Haut und Nieren, der vom Publikum und zahlreichen Aerzten postulirt wird, noch eines Versuches gedacht werden. Einem Hund, von dem wir durch Ischiadicusreizung

[1]) Cohnheim, Allg. Pathologie. 2. Aufl. I. S. 126.

und intravenöse Harnstoffinjection uns zuvor überzeugten, dass seine Nierengefässe prompt und gut reagirten, wuschen wir zuerst seine ganze Hautoberfläche durch zwei Minuten mit eiskaltem Wasser ab: es erfolgte währenddess eine Verkleinerung des Nierenvolumen, aber von so winziger Grösse, dass sie keinerlei ernsthafte Beachtung verdiente. Einige Zeit hernach, als das Thier wieder abgetrocknet und von Neuem mittelst unserer gewöhnlichen Agentien geprüft und brauchbar befunden war, übergossen wir es und wuschen es ausführlich ab mit Wasser von 45—50° C. Das Nierenvolumen verrieth jetzt nicht die kleinste Veränderung. Es liegt uns fern, hierauf hin alle engeren Beziehungen zwischen der Function der Haut und der der Nieren leugnen zu wollen; indess so einfach, wie man dies Verhältniss sich vielfach vorgestellt hat, kann es denn doch nicht liegen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII.

Fig. 1. Oncometer.

Fig. 2. Dasselbe in transversalem Durchschnitt.
Die Erklärung der Buchstaben zu beiden vgl. im Text S. 5 ff.

Fig. 3. Oncograph in $\frac{1}{2}$ natürl. Grösse.
Buchstaben zu Fig. 3 s. im Text S. 10.

Tafel XIII.

Fig. 1. Erstickung.

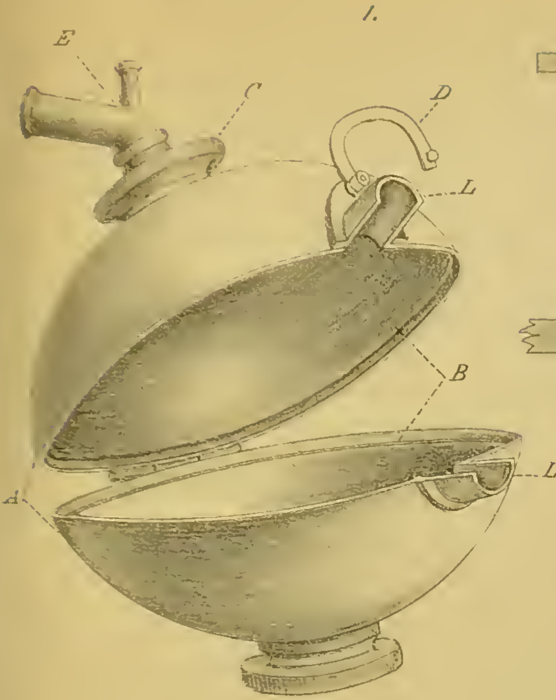
Fig. 2. Ischiadicusreizung.

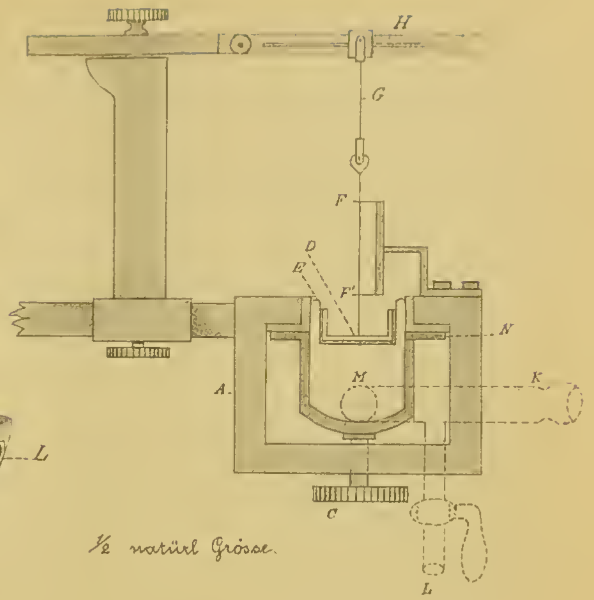
Fig. 3. Splanchnicusreizung.

In allen drei Figuren bedeutet k die Curve des Kymographion, O die des Oncographen, die obere der beiden Geraden die Blutdruckabscisse, die untere die Zeit nach Secunden, die Reizung ist in Fig. 2 u. 3 durch die Erhebung in der Abscisse, in Fig. 1 die Unterbrechung der künstlichen Athmung durch die zwei Kreuze bezeichnet.

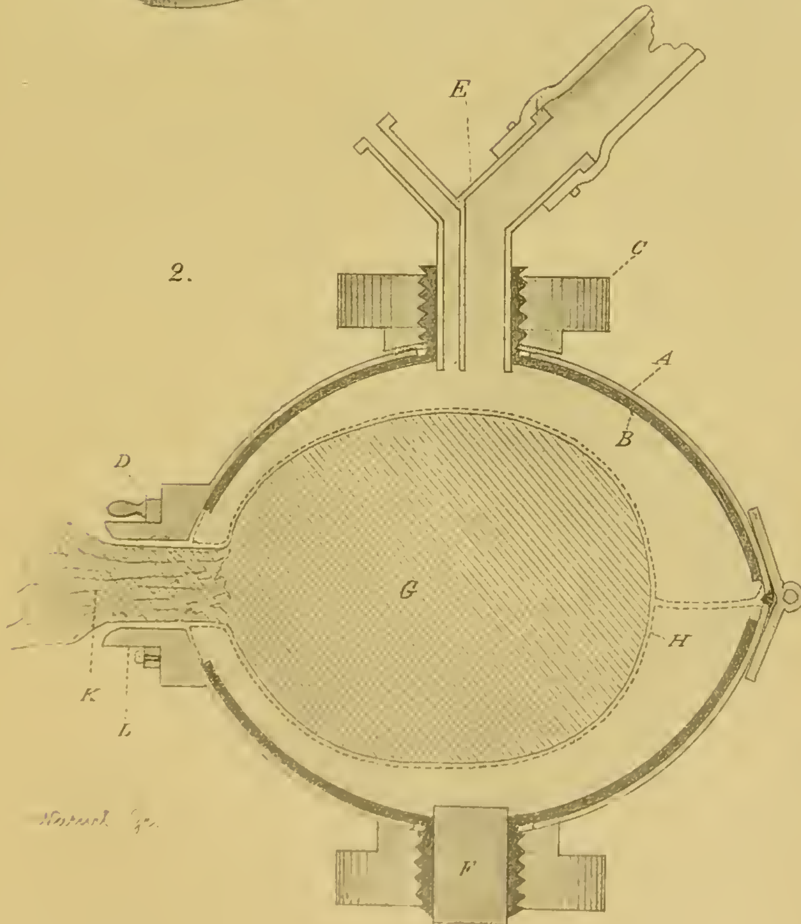
(Separatabdruck aus Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Zweiundneunzigster Band. 1883.)

Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.





½ natürl. Grösse.

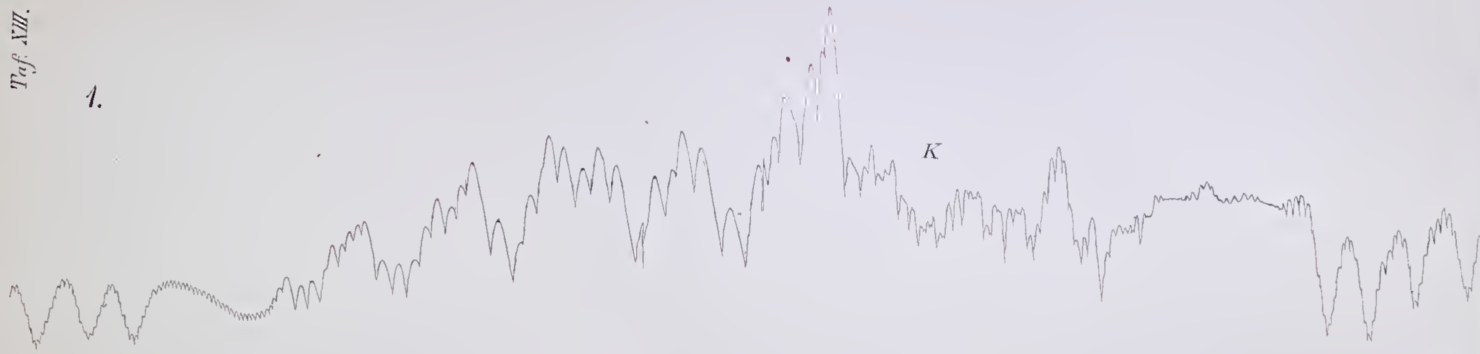


Natürl. Gr.

Alb. Schütze lith. artist. Berlin

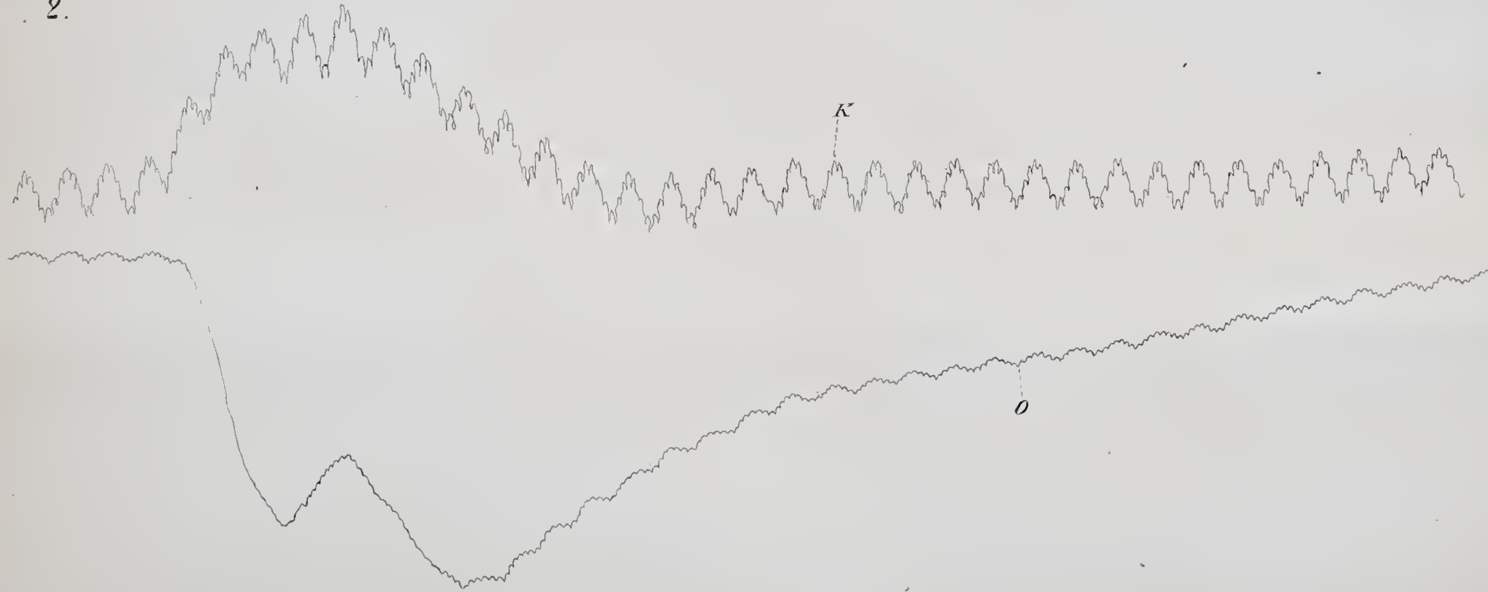


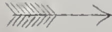
1.





2.





¼ Min.

3.

